



(19)

(11) Publication number:

**06350390 A**

Generated Document.

**PATENT ABSTRACTS OF JAPAN**(21) Application number: **05137082**(51) Intl. Cl.: **H03H 9/64 H03H 3/10 H03H 9/25**(22) Application date: **08.06.93**

(30) Priority:

(43) Date of application publication: **22.12.94**

(84) Designated contracting states:

(71) Applicant: **FUJITSU LTD**(72) Inventor: **SATO YOSHIO  
IGATA OSAMU  
MATSUDA TAKASHI  
NISHIHARA TOKIHIRO  
TAKAMATSU MITSUO**

(74) Representative:

**(54) SURFACE ACOUSTIC  
WAVE FILTER**

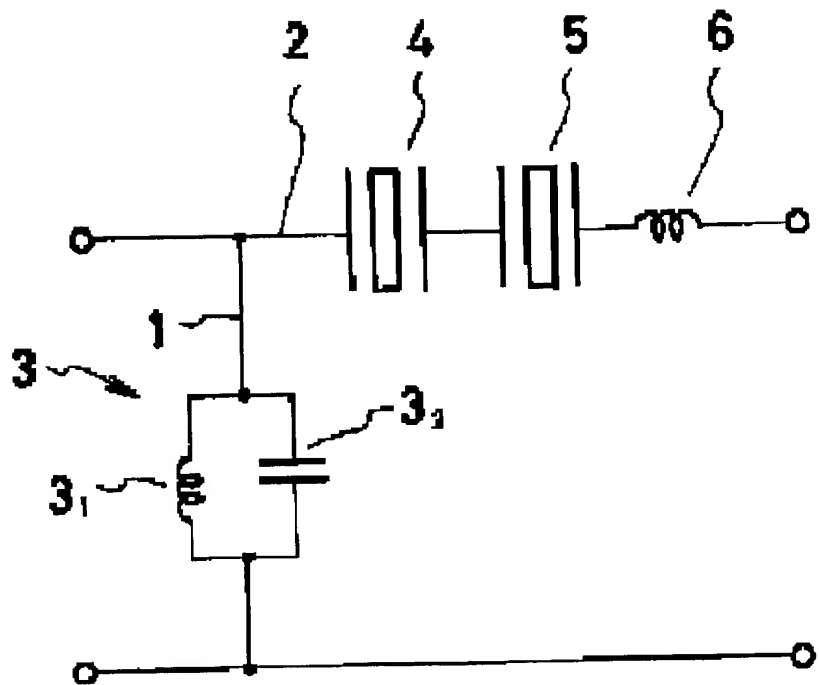
(57) Abstract:

**PURPOSE:** To obtain a small sized surface acoustic wave filter with high performance in which the band width is set freely, a square ratio is increased without making the band width narrow and a temperature coefficient is made small.

**CONSTITUTION:** At least two surface acoustic wave resonators 4, 5 having different anti-resonance frequencies  $f_{a1}$ ,  $f_{a2}$  and at least one inductor 6 are connected to a series arm 2 of a 2-terminal ladder circuit and a parallel resonator 3 causing parallel resonance at a frequency  $f_p$  between the anti-resonance frequencies  $f_{a1}$ ,  $f_{a2}$  of the surface acoustic wave resonators 4, 5 of the series arm 2 is connected to a parallel arm 1 to form unit section. The inductor 6 connecting to the series arm 2 is formed of a thin wire, plural

bonding pads formed in the surface acoustic wave resonator and plural bonding pads formed in a package accommodating the surface acoustic wave resonator are connected in zigzag shaped to obtain a desired inductance.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-350390

(43) 公開日 平成6年(1994)12月22日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 3 H	9/64	Z 7259-5 J		
	3/10	7259-5 J		
	9/25	A 7259-5 J		

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平5-137082

(22) 出願日 平成5年(1993)6月8日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72) 発明者 佐藤 良夫

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72) 発明者 伊形 理

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72) 発明者 松田 隆志

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74) 代理人 井理士 柏谷 昭司 (外1名)

最終頁に続く

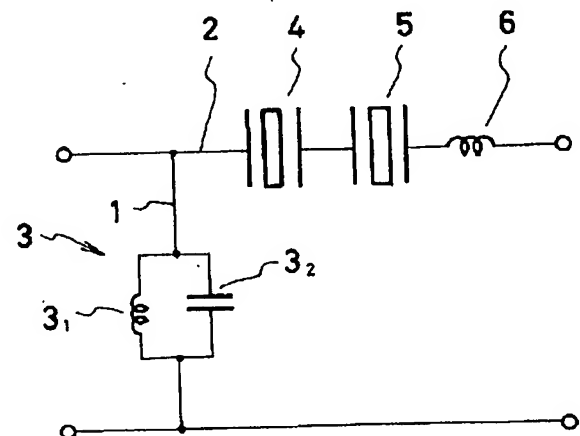
(54) 【発明の名称】 弾性表面波フィルタ

(57) 【要約】

【目的】 弾性表面波フィルタに関し、帯域幅を自由に設定でき、帯域幅を狭くすることなく角型比を大きくすることができ、温度係数を小さくできる、高性能で小型の弾性表面波フィルタを提供する。

【構成】 異なる反共振周波数  $f_{a1}$ 、 $f_{a2}$  をもつ少なくとも2個の弾性表面波共振器4、5と少なくとも1個のインダクタ6を2端子梯子型回路の直列腕2に接続し、この直列腕2の弾性表面波共振器4、5の反共振周波数  $f_{a1}$ 、 $f_{a2}$  の間の周波数  $f_p$  で並列共振を起こす並列共振器3を並列腕1に接続して単位区間を構成する。直列腕2に接続されるインダクタ6を細いワイヤで形成し、弾性表面波共振器に形成した複数のボンディングパッドと、弾性表面波共振器を收容するパッケージに形成した複数のボンディングパッドの間をジグザグ状に接続することによって所望のインダクタンスを得ることができる。

本発明の弾性表面波共振器を用いたフィルタの構成説明図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 異なる反共振周波数  $f_{a1}$ 、 $f_{a2}$  をもつ少なくとも2個の弾性表面波共振器と少なくとも1個のインダクタを2端子対梯子型回路の直列腕に接続し、該直列腕の弾性表面波共振器の反共振周波数  $f_{a1}$ 、 $f_{a2}$  の間の周波数  $f_0$  で並列共振を起こす並列共振器を並列腕に接続してなることを特徴とする弾性表面波フィルタ。

【請求項2】 並列腕の並列共振器が電磁波を閉じ込めて共振する構造の共振器であることを特徴とする請求項1に記載された弾性表面波フィルタ。

【請求項3】 並列腕の並列共振器が直列腕の弾性表面波共振器を包むパッケージの下部にアース用金属膜を介して作りこまれていることを特徴とする請求項1または請求項2に記載された弾性表面波フィルタ。

【請求項4】 直列腕の弾性表面波共振器が水晶板上に形成されていることを特徴とする請求項1から請求項3までのいずれか1項に記載された弾性表面波フィルタ。

【請求項5】 直列腕に接続されるインダクタが細いワイヤで形成されており、パッケージと弾性表面波共振器を形成するチップとの間が、インダクタンス値を調整するために複数本のワイヤによって接続されていることを特徴とする請求項1から請求項4までのいずれか1項に記載された弾性表面波フィルタ。

【請求項6】 直列腕の弾性表面波共振器を形成するチップの入力側あるいは出力側の電極が互いに絶縁された複数個の電極部からなり、そのうちの少なくとも1つの電極が弾性表面波共振器に接続された構造をもち、パッケージ側の電極も、互いに絶縁された複数個の電極からなり、そのうちの少なくとも1つの電極がパッケージの信号線に接続されており、これらチップ側の電極とパッケージ側の電極との間で交互にワイヤが接続されていることを特徴とする請求項5に記載された弾性表面波フィルタ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、弾性表面波フィルタに関する。一般に、弾性表面波デバイスは、圧電基板ならびにその上に設けられた電圧を弾性表面波に変換もしくは逆変換するすだれ状電極から構成されている。機能としては高周波電圧をすだれ状電極を用いて波長が電磁波の  $10^{-8}$  倍程度の弾性表面波に変換し、圧電基板の表面を伝播させた後、再びすだれ状電極で電圧に変換する。

【0002】 この2回の変換の際にすだれ状電極の形状により、周波数選択性をもたせることが可能であるため、フィルタ機能、あるいは共振器機能をもつ。また、\*

$$\exp(\gamma) = (V_1 \cdot I_1 / V_2 \cdot I_2)^{1/2} \dots (1)$$

で定義されるイメージ伝送量  $\gamma$  (複素数) が重要な意味をもち、

$$\tanh(\gamma) = \tanh(\alpha + j\beta) \\ = (B \cdot C / A \cdot D)^{1/2} \dots (2)$$

\*伝播速度も電磁波の  $10^{-8}$  程度に遅くできることから遅延素子としても用いることができる。既に、これらの機能を利用して小型、安価で調整が不要なフィルタ、共振器、遅延素子への応用がなされている。

【0003】 既に製品化されたものの例としては、TVのIFフィルタ、VTRの発振器用の共振器、コードレス電話用VCO等を挙げることができる。最近は、小型、安価である特徴を活かして、自動車電話、携帯電話等の移動体無線への応用も行われており、この分野でのニーズを拓くためには、通過特性の改善と電力特性の向上が主な課題となっている。

## 【0004】

【従来の技術】 従来、自動車電話、携帯電話用弾性表面波 (Surface Acoustic Wave SAW) フィルタとしてトランスバーサル型のフィルタが使われていたが、損失に限界があるため、その欠点を解決するものとして共振器型の弾性表面波フィルタが開発された。

【0005】 これまでの弾性表面波共振器を用いた広帯域型のフィルタは、特公昭56-19765号公報、特願平3-281694号明細書、特願平4-32270号明細書等にみられるように、1端子対型の弾性表面波共振器を梯子型に接続したものであった。

【0006】 図9は、従来の弾性表面波フィルタの原理説明図である。この図において、61は並列腕、62は直列腕、63、64は弾性表面波共振器である。従来の弾性表面波フィルタの基本区間は、この図に示されるように、並列腕61に弾性表面波共振器63が接続され、直列腕62に弾性表面波共振器64が接続されている。

【0007】 図10は、従来の弾性表面波フィルタの動作説明図であり、(A)はインミタンスの周波数依存性、(B)は減衰量の周波数依存性を示している。この図の横軸は周波数を示し、縦軸は直列腕62の弾性表面波共振器64のインピーダンスと並列腕61の弾性表面波共振器63のアドミタンスを意味するインミタンスを示している。説明を簡略化するため、弾性表面波共振器を抵抗分のないリアクタンス回路であるとし、図9の直列腕62の弾性表面波共振器64のインピーダンスを  $Z = jx$ 、並列腕61の弾性表面波共振器63のアドミタンスを  $Y = jb$  とする。

【0008】 イメージパラメータ法によると、図9の入力電圧を  $V_1$ 、入力電流を  $I_1$  とし、出力電圧を  $V_2$ 、出力電流を  $I_2$  とすると、

$$V_2 \cdot I_2)^{1/2} \dots (1)$$

で表される値が虚数であれば、図9の二端子対回路全体は通過特性を示し、実数であれば減衰特性を示す。

【0009】 ただし、このA、B、C、Dの値は

3

$$A = 1$$

$$B = jx$$

$$C = jb$$

$$D = 1 - bx \quad \dots \dots \dots (3)$$

である。したがって、(2)式は、

$$\tanh(\gamma) = (bx / (bx - 1))^{1/2} \dots \dots \dots (4)$$

となる。

【0010】この(4)式から、 $0 < bx < 1$ 、すなわち、 $b$ と $x$ が同符号で小さい値のとき、図9の二端子対回路全体は通過特性を示し、 $bx < 0$ または $bx > 1$ のとき、すなわち、 $b$ と $x$ が異符号であるとき、または $bx$ 積が大きい値のとき、減衰特性を示すことがわかる。

【0011】図9の並列腕61と直列腕62に接続される弾性表面波共振器63、64は、共振周波数 $f_r$ と反共振周波数 $f_a$ をもつ二重共振特性を有している。そして、このような二重共振特性を有する弾性表面波共振器63、64を並列腕61と直列腕62に接続し、並列腕61に接続された弾性表面波共振器63の反共振周波数 $f_{ap}$ を直列腕62に接続された弾性表面波共振器64の共振周波数 $f_{rs}$ にほぼ一致させると、それを中心周波数とするバンドパス型のフィルタ特性を示す。

【0012】その理由は、図10(A)のインミタンスと周波数の関係にも示されているように、 $f_{ap} \approx f_{rs}$ である中心周波数近傍では、 $0 < bx < 1$ の関係が満たされるため、前述の条件から通過域となり、中心周波数から少し離れた周波数領域では $bx > 1$ 、大きく離れた領域では $bx < 0$ となり、ともに減衰域となるからである。

【0013】したがって、図9に示された弾性表面波フィルタは、図10(B)に示されるようなフィルタ特性を有する。なお、この図に示された $f_{rp}$ は並列腕61に接続された弾性表面波共振器63の共振周波数であり、 $f_{as}$ は直列腕62に接続された弾性表面波共振器64の反共振周波数である。また、横軸の周波数中に記載された $f_c$ は中心周波数である。

【0014】上に説明した弾性表面波フィルタの他に、共振器型構成の弾性表面波フィルタとして、2重モード型のフィルタ設計法が知られている(電子情報通信学会技術研究報告1992年5月28日発行US92-8, pp7~14参照)。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】前述の従来提案された弾性表面波共振器を梯子型に接続したフィルタと2重モード型のフィルタには以下のような限界がある。

【0016】① 帯域幅には結晶の電気結合係数で決まる限界がある。この帯域を若干拡大することはできるが、そのようにすると帯域内の入力定在波比(VSWR)が悪化する。

【0017】② 電気機械結合係数の大きな広帯域用共振器のQには限界があり、フィルタ特性の角形比(S=

4

帯域幅/帯域外の最も内側の減衰極同士の周波数差 Shape Factor)を1に近づけることが難しく、急峻なカットオフ特性を実現することが困難である。逆にQの高い材料である水晶等は、電気機械結合係数が小さいため、これまでのフィルタ構成では広帯域化はできない。

【0018】③ 電気機械結合係数の大きな広帯域フィルタは温度係数が大きく(30~80ppm/°C)、動作温度範囲を広くとると周波数が大きくシフトする等の問題がある。

【0019】本発明は、帯域幅を自由に設定でき、帯域幅を狭くすることなく角形比を大きくすることができ、温度係数が実質的に0ppm/°Cである、高性能で小型の弾性表面波フィルタを提供することを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】本発明にかかる弾性表面波フィルタにおいては、異なる反共振周波数 $f_{a1}$ 、 $f_{a2}$ をもつ少なくとも2個の弾性表面波共振器と少なくとも1個のインダクタを2端子対梯子型回路の直列腕に接続し、該直列腕の弾性表面波共振器の反共振周波数 $f_{a1}$ 、 $f_{a2}$ の間の周波数 $f_p$ で並列共振を起こす並列共振器を並列腕に接続した構成を採用した。

【0021】この場合、並列腕の並列共振器を、小型化が可能で、Qが高い、電磁波を閉じ込めて共振する構造の共振器とすることができる。また、並列腕の並列共振器を直列腕の弾性表面波共振器を包むパッケージの下部にアース用金属膜を介して作りこんで形成することができる。また、直列腕の弾性表面波共振器を水晶板上に形成することができる。

【0022】また、この場合、直列腕に接続されるインダクタを細いワイヤで形成し、パッケージと弾性表面波共振器を形成するチップとの間を、インダクタンス値を調整するための複数本のワイヤによって接続することができる。

【0023】この場合、直列腕の弾性表面波共振器を形成するチップの入力側あるいは出力側の電極を互いに絶縁された複数個の電極部によって形成し、そのうちの少なくとも1つの電極を弾性表面波共振器に接続し、パッケージ側の電極も互いに絶縁された複数個の電極によって形成し、そのうちの少なくとも1つの電極をパッケージの信号線に接続し、これらチップ側の電極とパッケージ側の電極とで交互にワイヤを接続して所望のインダクタンスを得ることができる。

【0024】

【作用】図1は、本発明の弾性表面波共振器を用いたフィルタの構成説明図である。この図は、本発明の弾性表面波共振器を用いたフィルタの基本区間の等価回路を示している。この図において、1は並列腕、2は直列腕、3は並列共振器、 $3_1$ はインダクタ、 $3_2$ はキャパシタ、4は第1の弾性表面波共振器、5は第2の弾性表面波共振器、6は直列インダクタである。

【0025】本発明の弾性表面波共振器を用いたフィルタは2端子対梯子型回路であり、その入力側の並列腕1には、インダクタ $3_1$ とキャパシタ $3_2$ からなり、並列共振周波数 $f_p$ を有する並列共振器( $R_p$ )3が接続され、直列腕2には、反共振周波数 $f_{a1}$ を有する第1の弾性表面波共振器( $R_{s1}$ )4、反共振周波数 $f_{a2}$ を有する第2の弾性表面波共振器( $R_{s2}$ )5、インダクタンス $L$ を有する直列インダクタ( $L$ )6が接続されている。

【0026】図2は、本発明の弾性表面波共振器を用いたフィルタの動作説明図であり、(A)はインミタンスの周波数依存性、(B)は減衰量の周波数依存性を示している。この図の横軸は周波数 $f$ を示し、縦軸は直列腕回路のインピーダンス $jx$ と並列腕回路のアドミタンス $jb$ を意味するインミタンスを示している。説明を簡略化するため、弾性表面波共振器は抵抗分のないリアクタンス回路であり、並列共振器は純リアクタンスであると仮定する。

【0027】図1に記載された本発明の弾性表面波共振器を用いたフィルタの動作を、従来例の弾性表面波共振器を用いたフィルタと同様にイメージパラメータ法によって検討するが、それに先立って、直列腕回路のインピーダンス特性が図2(A)のようになる理由を説明する。

【0028】図3は、直列腕回路のインピーダンス特性の説明図で、(A)は個々の回路要素のインピーダンスの周波数依存性、(B)は個々の回路要素を加算したインピーダンスの周波数依存性を示している。

【0029】個々の回路要素のインピーダンスの周波数依存性を示す図3(A)にみられるように、直列腕に接続されている第1の弾性表面波共振器 $R_{s1}$ と第2の弾性表面波共振器 $R_{s2}$ は2重共振特性を示し、それぞれ共振周波数 $f_{r1}$ 、 $f_{r2}$ および反共振周波数 $f_{a1}$ 、 $f_{a2}$ をもっている。また、直列インダクタ $L$ のインダクタンスは $\omega L$ で表され周波数の増加と共に増大するため上昇する直線となる。

【0030】また、第1の弾性表面波共振器 $R_{s1}$ と第2の弾性表面波共振器 $R_{s2}$ と直列インダクタ $L$ のインピーダンスを加算した図3(B)に見られるように、これらを加算した結果、第2の弾性表面波共振器 $R_{s2}$ の共振周波数 $f_{r2}$ が低周波数側に移動し、およそ $f_{a1}$ 、 $f_{a2}$ の中間 $f_c$ に位置するようになる。この図3(B)は、図2(A)の直列回路のインピーダンスの周波数依存性を示している。

【0031】そしてさらに、図2(A)に示すように、並列腕の回路の共振周波数 $f_p$ を $f_c$ にほぼ一致するように設計する。並列腕の回路は通常の並列共振器であるため、そのアドミタンス特性は破線のように周波数とともに増大する直線となることは前述の通りである。

【0032】今、図1の直列腕回路のインピーダンスを $Z = jx$ 、並列腕回路のアドミタンスを $Y = jb$ とすると、前掲の特願平3-281694号明細書や特願平4-32270号明細書にも記載されているイメージパラメータ法によると、 $0 < bx < 1$ 、すなわち、 $b$ と $x$ が同符号で小さい値のとき、図1の二端子対回路全体は通過特性を示し、 $bx < 0$ または $bx > 1$ のとき、すなわち、 $b$ と $x$ が異符号であるとき、または $bx$ 積が大きい値のとき、減衰特性を示す。

【0033】これを図2の場合に当てはめると、周波数 $f_c$ の近傍では $0 < bx < 1$ となって通過域となり、それより外側の周波数領域では、 $bx > 1$ または $bx < 0$ となって減衰域となる。その結果、図2(B)に示されているように、周波数 $f_c$ を中心とする帯域通過特性を示すことになる。

【0034】このような本発明の構成の弾性表面波フィルタでは、帯域幅は直列腕の2つの弾性表面波共振器の共振周波数の差で決まるため、前掲の特願平3-281694号明細書や特願平4-32270号明細書に記載された従来構成の弾性表面波フィルタのように、弾性表面波共振器の電気機械結合係数の値で決定されることはない。したがって、弾性表面波共振器の $Q$ がある程度大きければ、原理上、帯域幅にほとんど設計上の制約はなくなる。また、弾性表面波共振器の $Q$ が大きければ、通過帯域の角形比も1に近づき、急峻な特性が実現できる。

【0035】この時、従来の構成の弾性表面波フィルタでは、 $Q$ を上げると帯域幅が狭くなる傾向があったが、本発明の構成の弾性表面波フィルタではこの問題がない。したがって、本発明の構成の弾性表面波フィルタによれば、帯域幅が広く、しかも急峻な角形比をもつフィルタ特性を実現することができる。

【0036】

【実施例】以下、本発明の実施例を説明する。実施例を説明するに当たり、現在実用化されている中でも最も広い帯域幅と急峻な角形比が要求されるフィルタの仕様として、イギリスの自動車、携帯電話の仕様であるE-TACSを選び、その受信( $R_x$ )フィルタの実現する方法を具体例として挙げる。

【0037】図4は、本発明の一実施例の弾性表面波フィルタの等価回路図である。この図において、11は並列腕、12は直列腕、13は第1の並列共振器、13<sub>1</sub>はキャパシタ、13<sub>2</sub>はインダクタ、14は第1の弾性表面波共振器、15は第2の弾性表面波共振器、16は直列インダクタ、17は第2の並列共振器、17<sub>1</sub>はキ

ャバシタ、17<sub>2</sub> はインダクタである。

【0038】この実施例の弾性表面波フィルタにおいては、直列腕12には、共振周波数 $f_{r1}=910\text{MHz}$ 、反共振周波数 $f_{a1}=911\text{MHz}$ を有する第1の弾性表面波共振器 $R_{s1}14$ と、共振周波数 $f_{r2}=955\text{MHz}$ 、反共振周波数 $f_{a2}=956\text{MHz}$ を有する第2の弾性表面波共振器 $R_{s2}15$ と、ボンディングワイヤによる直列インダクタ $L_112$ および直列インダクタ $L_216$ が接続されている。

【0039】また、並列腕11には、キャパシタ13、10とインダクタ13<sub>2</sub> からなり共振周波数 $f_{p1}$ を有する第1の並列共振器 $R_{p1}13$ と、キャパシタ17<sub>1</sub>とインダクタ17<sub>2</sub> からなり共振周波数 $f_{p2}$ をもつ第2の並列共振器 $R_{p2}17$ がそれぞれ入力側と出力側に接続されている。

【0040】図5は、本発明の一実施例の弾性表面波フィルタの並列腕の並列共振器の構成説明図であり、

(A) は等価回路、(B) は第1の形態、(C) は第2の形態を示している。

【0041】この図において、(A) の並列腕の並列共振器の等価回路の符号は図4と同じで、(B) の第1の形態、(C) の第2の形態においては、21は誘電体基板、22は導電体膜、22<sub>1</sub> は導電体膜の水平部、22<sub>2</sub> は導電体膜の垂直部、23は誘電体、24は中心導体、25は外部導電体膜である。

【0042】第1の形態の並列共振器においては、図5(A) の並列共振器の等価回路を実現するため、図5(B) に示されているように、誘電体基板21の上に、導電体膜の水平部22<sub>1</sub> と導電体膜の垂直部22<sub>2</sub> からなる導電体膜22を形成した構成を採用している。定性的に言えば、上下の導電体膜の水平部22<sub>1</sub> の間でキャパシタンスをもたせ、導電体膜の垂直部22<sub>2</sub> によってインダクタンスをもたせている。

【0043】第2の形態の並列共振器においては、図5(A) の並列共振器の等価回路を実現するため、図5(C) に示されているように、断面が正方形ないし矩形の柱状の誘電体23の中にその中心軸に沿って中心導体24を形成し、誘電体23の外側に外部導電体膜25を形成した構成を採用している。

【0044】これは、電気長が4分の1波長の短絡型の同軸共振器で、その共振周波数 $f_0$ は共振器の長さによって決まり、その長さ $d$ は、 $d=3 \times 10^{10} / 4 f_0 \epsilon^{1/2}$  (cm) となる。ここで $\epsilon$ は誘電体の比誘電率であり、この値が大きいほど、小型の共振器を形成することが形成できる。また、 $f_0$ は共振周波数である。後に説明する本発明の一実施例の弾性表面波フィルタにおいては、この第2の態様の並列共振器を用いている。

【0045】現在、温度係数の小さい材料としてはBaTiO<sub>3</sub>を用いたセラミクスがよく用いられるが、この場合、 $\epsilon$ は98であるので $f_0 (=f_c) = 934\text{MHz}$

Hzとすると、誘電体の長さは8mmとなる。

【0046】図6は、本発明の一実施例の弾性表面波フィルタの構成説明図であり、(A) は分解した状態を示し、(B) は組み立てた状態を示している。この図において、Iは第1の誘電体部材、IIは第2の誘電体部材、IIIは第3の誘電体部材、IVは第4の誘電体部材、Vは金属製蓋体、VIは弾性表面波共振器チップ、31はスルーホール、32は金属層、33はスルーホール、34は入力側導電体配線層、35は出力側導電体配線層、36、37、38、39はボンディングパッド、40、44、45は導電体層、41、42、43は導電体配線層である。

【0047】この図6(A) によって、本発明の一実施例の弾性表面波フィルタの構成部材を説明する。

【0048】第1の誘電体部材I

誘電率 $\epsilon_1$ の誘電体で形成され、高さが $h_1$ で矩形の枠状の部材であり、その4隅にはスルーホール31が形成されている。そして、枠状の部材の上面には、金属性蓋体Vを接着するための金属層32が形成されている。

【0049】第2の誘電体部材II

誘電率 $\epsilon_1$ の誘電体で形成され、高さが $h_2$ の第1の誘電体部材Iより枠の幅が広い矩形の枠状の部材であり、その4隅にはスルーホール33が形成されている。そして、この幅が広い枠状の部材の上面には、入力側導電体配線層34、出力側導電体配線層35と、ボンディングパッド36、37、38、39が形成されている。

【0050】第3の誘電体部材III

誘電率 $\epsilon_2$ の誘電体で形成され、高さが $h_3$ の矩形板状の部材であり、その上面と長辺方向の側面に接地導体となる導電体層40が形成されている。そして、短辺方向の側面には導電体配線層41が形成されている。

【0051】第4の誘電体部材IV

誘電率 $\epsilon_2$ の誘電体で形成され、高さが $h_4$ の矩形板状の部材であり、その上面に入力側の第1の並列共振器 $R_{p1}$ の中心導体となる導電体配線層42と出力側の第2の並列共振器 $R_{p2}$ の中心導体となる導電体配線層43が形成され、側面に外部導体となる導電体配線層44、45が形成されている。

【0052】また、VIは2端子対型弾性表面波フィルタの直列腕に接続される弾性表面波共振器チップであり、Qが高く、周波数の温度依存性が小さいSTカット水晶板(伝播方向はX方向に垂直な方向)の表面にAl系合金で梯形電極が形成されて、第1の弾性表面波共振器 $R_{s1}$ と第2の弾性表面波共振器 $R_{s2}$ が構成され、後に図7によって説明するように、入力電極と出力電極とともにボンディングパッドが形成されている。なお、第1の誘電体部材I、第2の誘電体部材II、第3の誘電体部材III、第4の誘電体部材IVの外形は同じで、長辺方向の長さ $d$ は、 $d=\lambda_0/4$ である。ただし、この $\lambda_0$ は共振波長である。

【0053】図6(B)は、図6(A)を用いて説明した弾性表面波フィルタの構成部材を組み立てた状態を示している。前に説明した第1の誘電体部材I、第2の誘電体部材II、第3の誘電体部材III、第4の誘電体部材IVを積層、第1の誘電体部材I、第2の誘電体部材IIの枠内の開口を通して、第3の誘電体部材IIIの上面の導電体層40の上に弾性表面波共振器チップVIを載置した状態で熱処理を加えることによって、第1の誘電体部材I、第2の誘電体部材II、第3の誘電体部材III、第4の誘電体部材IV相互間を接着するとともに、第3の誘電体部材IIIの上面の導電体層40の上に弾性表面波共振器チップVIを固着する。また、スルーホール31とスルーホール33の中に導電体を充填して金属層32と導電体層40の間を接続する。

【0054】そして、第2の誘電体部材IIの幅が広い枠の上に形成された入力側導電体配線層34と出力側導電体配線層35と、弾性表面波共振器チップVIの入力電極、出力電極の間をボンディングワイヤによって接続する。

【0055】この際、直列腕に接続されるインダクタを形成するために必要なインダクタンスを得るために、第2の誘電体部材IIの入力側導電体配線層34と弾性表面波共振器チップVIの入力電極、あるいは、第2の誘電体部材IIの出力側導電体配線層35と弾性表面波共振器チップVIの出力電極の間をボンディングワイヤによって直接接続しないで、第2の誘電体部材IIのボンディングパッド36、37、38、39と弾性表面波共振器チップVIのボンディングパッドの間をボンディングワイヤによって必要な回数だけジグザグ状に接続した後、第2の誘電体部材IIの入力側導電体配線層34と弾性表面波共振器チップVIの入力電極、あるいは、第2の誘電体部材IIの出力側導電体配線層35と弾性表面波共振器チップVIの出力電極の間を接続することができる。最後に、厚さ0.2mmの金属製蓋体Vによって封止する。

【0056】例えば、 $h_1 = 0.5\text{ mm}$ 、 $h_2 = 0.3\text{ mm}$ 、 $h_3 = 1\text{ mm}$ 、 $h_4 = 1\text{ mm}$ とすると、全体の厚さが蓋体を含めて3mm程度になり、短辺 $s$ を3mmとし、長辺 $d (= \lambda_0 / 4)$ を8mmと小型化することができる。なお、 $\epsilon_1 = \epsilon_2 = 98$ とした。

【0057】図7は、本発明の一実施例の弾性表面波フィルタの共振チップとその接続方法の説明図である。この図において、IIは第2の誘電体部材、VIは弾性表面波共振器チップ、34は入力側導電体配線層、35は出力側導電体配線層、36、37、38、39はボンディングパッド、51は入力電極、52は出力電極、53、54、55、56はボンディングパッド、wはボンディングワイヤである。

【0058】この実施例においては、第1の弾性表面波共振器 $R_{s1}$ は、240対、開口長320 $\mu\text{m}$ 、周期

5.11 $\mu\text{m}$ であり、第2の弾性表面波共振器 $R_{s2}$ は、対数と開口長は第1の弾性表面波共振器 $R_{s1}$ と同じで、周期のみ4.87 $\mu\text{m}$ と短くなっている。このことにより、2つの弾性表面波共振器は共振周波数、反共振周波数共に互いに異なる。

【0059】この図に示されているように、大きさがおよそ3mm $\times$ 1mmで厚さが0.3mmのSTカット水晶板(伝播方向はX方向に垂直な方向)の表面にAl系合金によって楕円電極を形成して第1の弾性表面波共振器 $R_{s1}$ と第2の弾性表面波共振器 $R_{s2}$ を平行に並べて形成し、両者間の対向する側は導体配線層51によって接続され、両者の外側には入力電極52と出力電極53が設けられ、入力側と出力側にはボンディングパッド54、55、56、57が形成されている。

【0060】また、第2の誘電体部材IIには、入力側導電体配線層34と出力側導電体配線層35の他に、弾性表面波共振器チップVIと同様にボンディングパッド36、37、38、39が形成されている。この実施例では、第2の誘電体部材IIの入力側導電体配線層34と、弾性表面波共振器チップVIの入力電極52の間のインダクタンス $L_1$ と、第2の誘電体部材IIの出力側導電体配線層35と、弾性表面波共振器チップVIの出力電極53の間のインダクタンス $L_2$ を、ともに2.5nHとした。

【0061】そして、このインダクタンス $L_1$ とインダクタンス $L_2$ を、ボンディングワイヤで実現した。25 $\mu\text{m}\phi$ のAlのボンディングワイヤは1mmの長さで約0.5nHになるから、このボンディングワイヤを5本、ジグザグ状に直列に接続した。

【0062】その接続の方法は図7に示されているように、入力側については、入力側導電体配線層34 $\rightarrow$ ボンディングパッド55 $\rightarrow$ ボンディングパッド36 $\rightarrow$ ボンディングパッド54 $\rightarrow$ ボンディングパッド37 $\rightarrow$ 入力電極52とジグザグ状にボンディングワイヤwで接続する。ボンディングワイヤwのジグザグの1辺は約1mmとすると、全長で5mmとなり、 $L_1$ として2.5nHのインダクタンスを実現することができる。

【0063】出力側についても、出力側導電体配線層35 $\rightarrow$ ボンディングパッド57 $\rightarrow$ ボンディングパッド38 $\rightarrow$ ボンディングパッド56 $\rightarrow$ ボンディングパッド39 $\rightarrow$ 出力電極53とジグザグ状にボンディングワイヤwで接続することによって、 $L_2$ として2.5nHのインダクタンスを実現することができる。なお、この図に示された $R_{s11}$ 、 $R_{s12}$ 、 $R_{s21}$ 、 $R_{s22}$ は変換効率を改善し、減衰量の周波数特性のリップルを調節するための反射器である。

【0064】上記の構成を採ることによって、 $L_1 + L_2$ を5nHにすることができ、図3(B)の直列腕の共振回路のインピーダンス特性において、共振周波数 $f_0$ を $f_{s1}$ と $f_{s2}$ の中間に移すことができた。具体的には、



11

$f_{s1}=911\text{MHz}$ ,  $f_{s2}=956\text{MHz}$  で、 $f_c=934\text{MHz}$  となった。

【0065】また、図4に示された2端子対型弾性表面波フィルタの並列腕の第1の並列共振器と第2の並列共振器を、図6のように弾性表面波共振器を搭載するパッケージの下部に誘電体を用いた同軸共振器を作り込む構造として実現した。

【0066】すなわち、この図に示されるように、第3の誘電体部材ⅠⅠⅠ、第4の誘電体部材ⅠⅤが誘電体共振器であり、回りが導電体層40、44、45からなる接地される外部導体で覆われ、第3の誘電体部材ⅠⅠⅠと第4の誘電体部材ⅠⅤに、入力側の第1の並列共振器 $R_{p1}$ と出力側の第2の並列共振器 $R_{p2}$ の同軸線路用導体となる導電体配線層42、43が、銅、タングステン等をスクリーン印刷することによって形成されている。

【0067】図8は、本発明の一実施例の弾性表面波フィルタの特性図である。この図において、横軸は周波数を示し、縦軸は減衰量を示している。この図には、36° YカットX伝搬LiTiO<sub>3</sub>上に形成した従来構造のE-TACS用Rxフィルタの特性を比較のため破線で示している。本発明の一実施例の弾性表面波フィルタの特性は実線で示されているが、従来のフィルタに比べて角型比が急峻になるとともに、低損失を確保できる帯域幅を広くすることができたことを示している。

【0068】この実施例においては、帯域幅は前述したように、2つの弾性表面波共振器の共振周波数の差で決まるため、個別の弾性表面波共振器のすだれ状の電極の周期の設計だけで自由に設定が可能である。また、温度係数も結晶の温度特性を反映して、従来のフィルタが32ppm/°Cであるのに対し、本発明の一実施例の弾性表面波フィルタは1ppm/°C以下となり大きく改善された。

【0069】以上より、E-TACS用Rxフィルタ仕様では、帯域917MHz~950MHzで損失が3dB以下、帯域外抑圧度が905MHzと962MHzで30dB以上が要求されているが、本発明のフィルタではこれが実現されており、しかも温度による周波数ずれも生じない。

【0070】なお、上記の実施例において、2端子対梯子型回路の直列腕に2個の弾性表面波共振器を接続しているが、通過帯域を調整するために3個以上の弾性表面波共振器を接続することもできる。直列腕に接続するインダクタについても、1個にまとめることもでき、また複数箇所に分散して形成することもできる。

【0071】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によると、2つの弾性表面波共振器の反共振周波数の差でバンド幅が決められるため、自由にその幅を設計することができる。また、弾性表面波共振器として水晶等のQの高いものを用いると、帯域幅を犠牲にすることなく角型比が大

12

きいフィルタを設計することができる。また、温度係数も水晶を用いることによってほとんど0ppm/°Cにすることができ、高性能で小型のフィルタを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の弾性表面波共振器を用いたフィルタの構成説明図である。

【図2】本発明の弾性表面波共振器を用いたフィルタの動作説明図であり、(A)はインミタンスの周波数依存性、(B)は減衰量の周波数依存性を示している。

【図3】直列腕回路のインピーダンス特性の説明図で、(A)は個々の回路要素のインピーダンス特性、(B)は個々の回路要素を加算したインピーダンス特性を示している。

【図4】本発明の一実施例の弾性表面波フィルタの等価回路図である。

【図5】本発明の一実施例の弾性表面波フィルタの並列腕の並列共振器の構成説明図であり、(A)は等価回路、(B)は第1の形態、(C)は第2の形態を示している。

【図6】本発明の一実施例の弾性表面波フィルタの構成説明図であり、(A)は分解した状態を示し、(B)は組み立てた状態を示している。

【図7】本発明の一実施例の弾性表面波フィルタの共振チップとその接続方法の説明図である。

【図8】本発明の一実施例の弾性表面波フィルタの特性図である。

【図9】従来の弾性表面波フィルタの原理説明図である。

【図10】従来の弾性表面波フィルタの動作説明図であり、(A)はインミタンスの周波数依存性、(B)は減衰量の周波数依存性を示している。

【符号の説明】

- 1 並列腕
- 2 直列腕
- 3 並列共振器
- 3<sub>1</sub> インダクタ
- 3<sub>2</sub> キャパシタ
- 4 第1の弾性表面波共振器
- 5 第2の弾性表面波共振器
- 6 インダクタ
- 11 並列腕
- 12 直列腕
- 13 第1の並列共振器
- 13<sub>1</sub> キャパシタ
- 13<sub>2</sub> インダクタ
- 14 第1の弾性表面波共振器
- 15 第2の弾性表面波共振器
- 16 直列インダクタ
- 17 第2の並列共振器

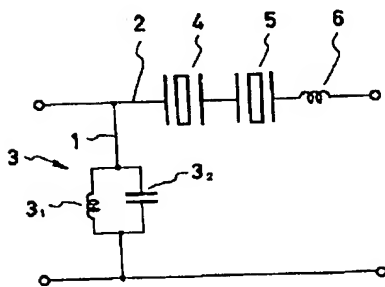
(8)

14

- 13
- 17<sub>1</sub> キャパシタ  
 17<sub>2</sub> インダクタ  
 21 誘電体基板  
 22 導電体膜  
 22<sub>1</sub> 導電体膜の水平部  
 22<sub>2</sub> 導電体膜の垂直部  
 23 誘電体  
 24 中心導体  
 25 外部導電体膜  
 31 スルーホール  
 32 金属層  
 33 スルーホール  
 34 入力側導電体配線層  
 35 出力側導電体配線層  
 36, 37, 38, 39 ボンディングパッド

【図1】

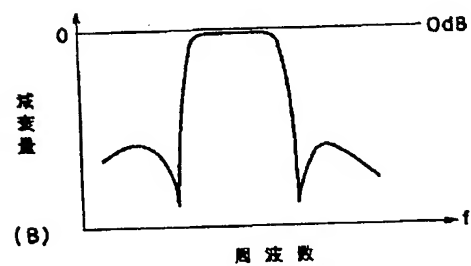
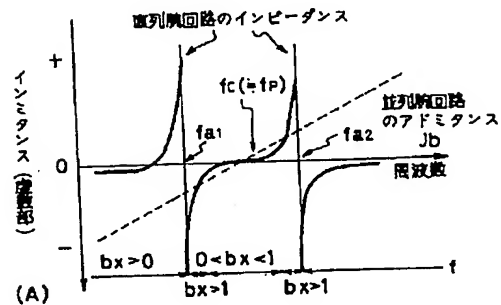
本発明の弾性表面波共振器を用いたフィルタの構成説明図



- 40, 44, 45 導電体層  
 41, 42, 43 導電体配線層  
 51 入力電極  
 52 出力電極  
 53, 54, 55, 56 ボンディングパッド  
 I 第1の誘電体部材  
 II 第2の誘電体部材  
 III 第3の誘電体部材  
 IV 第4の誘電体部材  
 10 V 金属製蓋体  
 VI 弾性表面波共振器チップ  
 w ボンディングワイヤ  
 61 並列腕  
 62 直列腕  
 63, 64 弾性表面波共振器

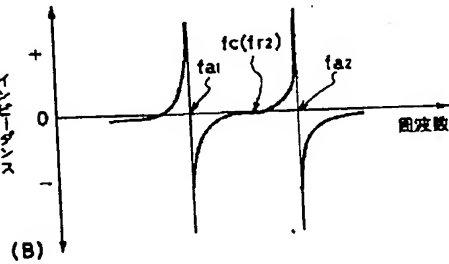
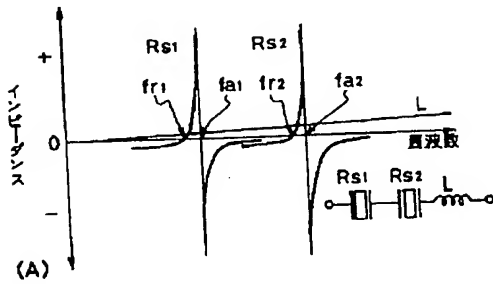
【図2】

本発明の弾性表面波共振器を用いたフィルタの動作説明図



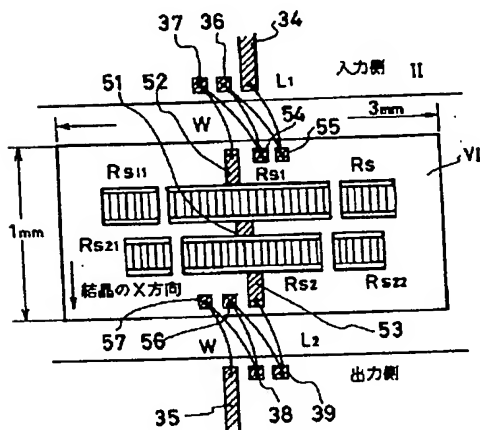
【図3】

直列腕回路のインピーダンス特性の説明図



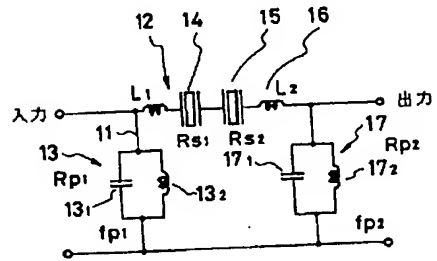
【図7】

本発明の一実施例の弾性表面波フィルタの共振チップとその接続方法の説明図



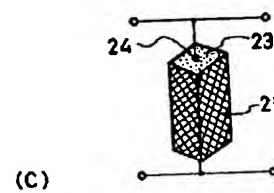
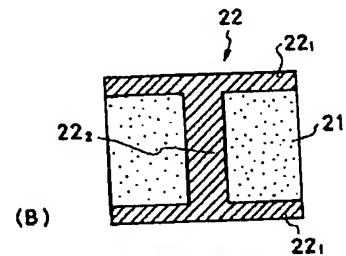
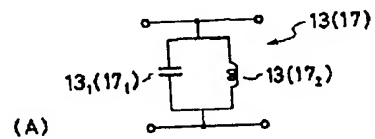
【図4】

本発明の一実施例の弾性表面波フィルタの等価回路図



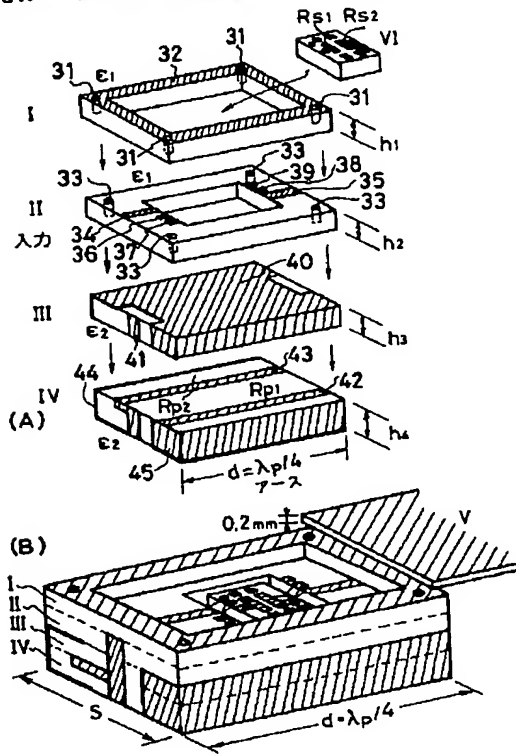
【図5】

本発明の一実施例の弾性表面波フィルタの並列腕の並列共振器の構成説明図



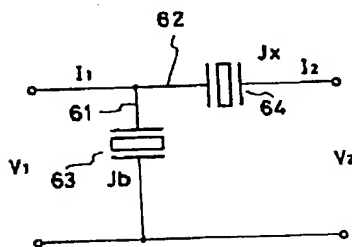
【図6】

本発明の一実施例の弾性表面波フィルタの構成説明図



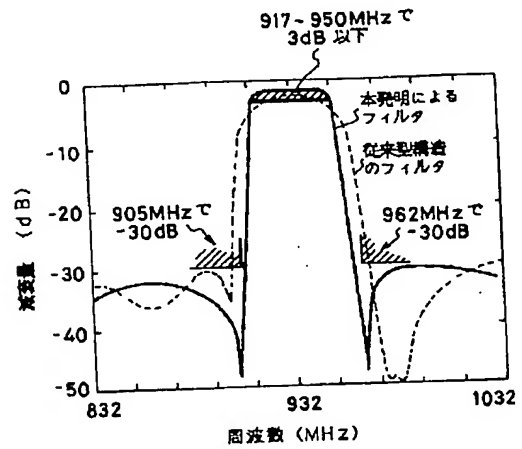
【図9】

従来の弾性表面波フィルタの原理説明図



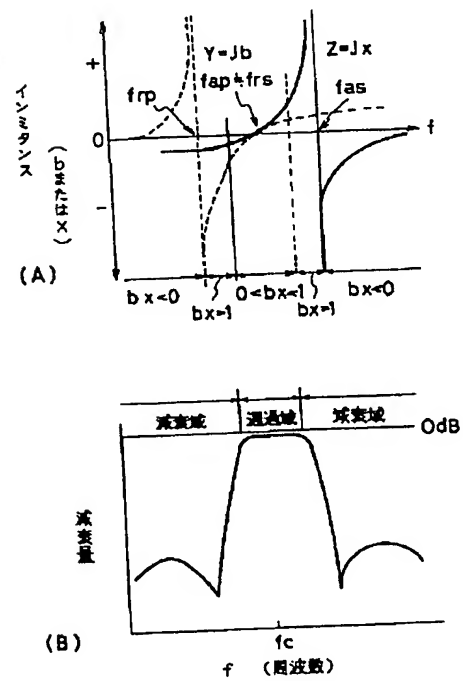
【図8】

本発明の一実施例の弾性表面波フィルタの特性図



【図10】

従来の弾性表面波フィルタの動作説明図



フロントページの続き

(72)発明者 西原 時弘  
神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

(72)発明者 高松 光夫  
神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内